



NEWS LETTER

東京理科大学 第2回 G-COE 教育セミナー
「区画防火の重要性と施工管理上の諸問題」
—区画防火と外壁の上階延焼防止のあり方—

主催: 東京理科大学総合研究機構 火災科学研究センター
協賛: 日本ヒルティ株式会社

2012年5月28日、東京理科大学総合研究機構火災科学研究センター(センター長 菅原 進一)主催で、区画防火の重要性と施工品質管理の諸課題について、特に層間区画における区画貫通部や外壁の上階延焼に焦点を当て、その延焼防止のあり方について情報交換を行うと共に諸課題や問題点について議論することを目的に、第2回のG-COE教育セミナーを森戸記念館第1フォーラムにて開催した。

このセミナーは、2011年3月11日東日本を中心に甚大な地震と津波の被害をもたらした東北地方太平洋沖地震において、地震後の火災や津波火災による被害、超高層建築の長周期地震動による影響も含め、防火区画部材等の多くの非構造部材(二次部材)の被害が報告されていること、近年、東海・東南海・南海連動型巨大地震や今後10年間において活断層による首都圏直下型地震による被害も懸念されてきていることから、開催に至ったものである。本稿では、その概要を報告する。

【講演テーマ・講師(敬称略)・講演概要】
司会: 棚池 裕
(東京理科大学総合研究機構火災科学研究センター)



(1) 開会挨拶・主旨説明

菅原 進一

(東京理科大学 総合研究機構 火災科学研究センター)



日本では最近の高層建築の火災のほとんどはボヤ火災で終わっているが、ボヤが拡大したときに約5%は様々な影響でスプリンクラーが効かない可能性が指摘されており、近年、高層建築の防火区画損壊による同時多発火災が懸念されている。区画貫通部等に関わる今日的課題を捉えるには、防火区画の役割を再認識し、建物外周部の開口部、スパンドレル部や層間ふさぎ部、内部の区画貫通部等の配置計画(設計)の重要性も含め再認識する必要がある。また過去において、ホテルニュージャパンの大火災やバングラディッシュの超高層複合施設大火災等、区画貫通部やカーテンウォールの層間塞ぎ部が弱点となった事例もある。従って、アルミカーテンウォールのスパンドレル部や層間ふさぎ部等の耐火検証が重要であるが、欧米の概念にある長命構造、ストック型社会、都市計画・景観重視、PM方式や厳しい品質工程検査や罰則など日本と品質管理に対する根本的な概念が異なっており、多層建築の防火に対する基本的な要求レベルや規制(ガイドライン)が欧米では既に定められている。さらに、最近では、木造耐火建築物における区

画防火のガイドライン化が規制されてきている。

最後に、人為災害は一部の例外を除いてヒューマンエラーによって引き起こされる場合が多いが、東日本大震災後、これまでの防災の概念から「卒災」の考え方へとシフトする動きが見られる。これは、元来、日本の先人らが、自然に従い安全安心な暮らしを築く一環として、自然災害と共に生きてきた知恵が根本にあり、今こそこの自然共存の知恵を学び、卒災の考え方を推進する時期にきていると言える。今後、あらゆる方面で卒災教育が積極的に取り入れられていくことを願って止まない。

ヒューマン・エラーへの見識(黒田勲)

- ・ 無理をさせ、無理をするなど、無理を言い
- ・ 任せると言ったそばから指示がとぶ
- ・ 猫を追うより魚を除(の)けよ
- ・ 難しいことをやさしく、やさしいことを深く、深いことを面白く、いつも人を愛しつつ
- ・ 責任追及より要因究明
- ・ サルだから木から落ちる(玄人も油断大敵)

.....

- ・ 作業環境のイノベーション → 住宅の居間
- ・ トイレの標識、床の色……色彩の重要性
- ・ 区画隅角部のデザイン……理め戻しの難易

(2) 防火区画における防火措置の法整備の現状と課題—高層建築物の地震後の火災安全対策技術の重要性—
成瀬 友宏

(国土技術政策総合研究所 建築研究部 防火基準研究室)



区画の目的は、火災の影響を局部的に止めることであり、その機能を保持することにより、安全な避難や避難時間の確保、構造耐火性能の保持、消防の消火活動の迅速化、人命や財産、経済的損失を最小限に抑制が可能となる。建築基準法においては、防火区画に関して、面積区画、竪穴区画、層間区画、異種用途区画の規定があり、遮熱性能・遮炎性能・遮煙性能、並びに、壁・床のスパンドレル部や庇等、壁の開口部の防火設備、区画を貫通する管等の防火措置が重要なキーワードである。そのキーワードに関する基準法記載部分の概要を説明した。また、昭和 25 年 5 月からの防火区画の規制の主な改正について説明し、区画貫通部に問題のあった過去の主な火災事例について、昭和 33 年 10 月の貫通部の埋め戻し規定が定められた後の事例を発表した。特に、10 名以上の死者が出た、昭和 41 年 3 月の菊富士ホテル火災、昭和 48 年 3 月の八幡病院火災の事例の再認識は重要である。

法整備の課題として、外壁の耐火性能と防火設備の要求耐火時間や要求性能の差異が大きいこと、防火設備に遮熱性を要求していないことで防火区画の延焼防止が達成できるかどうか、スパンドレルの寸法、外壁面の燃焼性状に制限を加える必要はないか、区画防火・防火設備の維持管理はできているかどうか、等、幾つか挙げられる。その延焼性状を認識する意味でも、平成 24 年 2 月に行われた木造 3 階建て学校の実大火災実験は重要であった。この実験により、外壁開口部を通じた上階延焼や防火壁の開口部を通じた延焼の性状を再確認することができたと思われる。実際、一階の出火点である職員室から点火後 6 分時点で 2、3 階に延焼した。

最後に、高層建築物の地震後の火災安全対策技術として、今回の東日本大震災の被害においても、非構造部材の損壊により、防火戸等の被害が見られたが、実証実験により、残留変形として層間変形角 1/100 程度を条件に鉄骨梁・柱の耐火被覆の脱落等がなければ、その後の火災被害への影響が少ないことが分かってきた。また、防火対策としての耐火被覆や区画構成部材、防火措置部などの程度の耐震性を有するか不明で防火区画に関しては、壁の材料や壁・床の取り合い部分が弱点となる可能性も指摘されている。さらに、施主、設計者や施工者及びエンドユーザーの意識が低いという問題点もあり、今後の課題である。

法整備の課題

- 外壁の耐火性能と防火設備の耐火性能の違いがおおきすぎないか？
要求耐火時間・要求性能(遮熱・遮炎)
- 防火設備に遮熱性を要求していないことで、防火区画の延焼防止が達成できるか？
- スパンドレルの寸法は十分か？
- 外壁面の燃焼性状に制限を加えていないが、今後問題ないか？
※消防活動による抑制
- 維持管理はできているか？

(3) 防火区画における防火措置の性能評価・性能試験の現状と課題

西田 一郎

(一般社団法人 建材試験センター 性能評価本部)



区画貫通部においては、2000 年の建築基準法改正以前の旧BCJ認定においては仕様規定であったが、新法においては性能規定となり、最大 1 時間の防火設備と同じ位置付けとなった。規制や要求事項、評価方法も変更となり、従来の最大 120 分の壁の性能と同様の遮熱性・遮炎性から、最大 60 分の遮炎性能のみの評価となった。それに伴い、貫通部の最大開口面積 0.75m²以下まで拡大、ケーブル等貫通部材の占積率 90%のものや区画を貫通するコンセントボックスのもの等も出てきている。

一方で、消防法からの令 8 区画及び共住区画を貫通する配管等の規制もあり、認定判断は消防行政にある。これは、建築基準法の規制からの国交省大臣認定とは目的や判定基準等が異なり、要求耐火性能時間は共住区画で 1 時間、令 8 区画で 2 時間の遮炎性能に加え、遮熱性と遮煙性の判定基準もある。基本的には、双方試験方法は同様であり、通常 1 試験で建築基準法と消防法の試験を同時に行う場合が多い。

さらに、2000 年の法改正の性能規定化に伴い、木構造も耐火建築物の性能を有すれば使用できるようになり、木造耐火構造建築物が普及した。建築基準法では特殊建築物は準耐火建築物以上の耐火性能が求められるため、堅牢な防火区画の確保と初期消火が重要な課題であり、施工不良の防止や耐

久性について検討する必要がある。

最後に、防火区画の性能評価・性能試験の課題として、免震建物、免震層の地震時大変形下の ALC 壁や免震装置耐火被覆材の挙動と変形追随性を検討する必要がある、大変形後の耐火性能については今後の課題であると思われる。

木造耐火構造建築物の普及

・2000年の法改正で仕様規定から性能規定化に変更され、木構造も耐火建築物としての性能があれば、使用できるようになった。

・「週刊ビッグコミックスピリッツ」(小学館)2010年5月3日号の『美味しんぼ』のなかで、「日本の家屋で木材を、それも国産の木材を使う率は恐ろしく低い」理由が、「ひとつは、日本の建築学会が1959年に木造建築を否定した」ことにあるとの記載があり、この表記に対して、学会は、木造建築物の普及に努めているとホームページ上で反論している。

1959年9月26日の伊勢新聞に掲載による暴大な被害により、建築防災に関する決議を行う。

- 一、防災地域の設定
- 一、都市再開発による防災計画の実現
- 一、防火、耐風水害のための木造禁止
- 一、防災構造の普及徹底

都市部における建築物の防火基準を定めることにより、その徹底の実現のため、強力な国家施策の実施を要する。(昭和34年度日本建築学会総大会の決議)

(4) 層間区画における上階延焼の危険性

大宮 喜文

(東京理科大学 理工学部 建築学科)

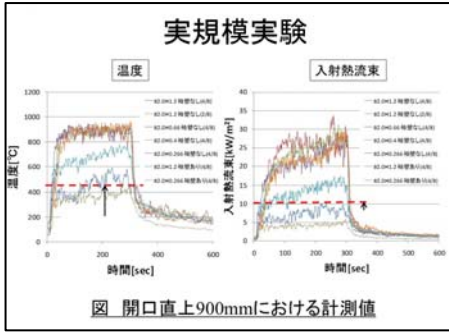


全世界において、過去、高層建築の上階延焼による火災事例が幾つかある。これまで、上階延焼を想定した縮小模型や実大規模模型の数多くの模型実験を行った。模型実験におけるパラメーターは、開口部形状(アスペクト比)、開口部幅、開口部高さ、離隔距離である。その結果、かなりのデータ(熱電対温度のデータ)が得られ、傾向を認識することができるようになったが、袖壁を有する場合は最も危険側の結果となることが言える。

また、模型実験の結果を基に、ISO 13785-2 に準拠した、実規模ファサード実験を行った。その結果、やはり、袖壁を有する方が危険側の結果であることが確認でき、開口直上 900mm 地点における温度計測値は 450°C を優に超える結果であることも分かった。

さらに、これまでの実験により、温度分布と隣接距離を無次元化することで、双方に相関性があることが確認され、ファサード火災における、小規模実験、新しい中規模試験方法、ISO 13785-2 に準拠した大規模ファサード試験の相似性の研究が進捗している。主な検討項目は、噴出熱気流・火炎の温度分布

と壁面への入射熱流束であり、大規模ファサード試験は国交省の建築基準整備促進事業で、外断熱工法外壁の燃え拡がり性状を評価する新しい試験方法を建築研究コンソーシアムの有機系外装材の燃え拡がり抑制に関する勉強会で、さらには、小規模実験は東京理科大学で研究・検証が進められ、最終的には、検討項目に対する相似性について何らかの結論が得られるものと思われる。



(5) 高層建築物の上階延焼防止と耐火設計

池田 憲一

(東京理科大学総合研究機構火災科学研究中心)



火災の延焼の伝播は水平より垂直の方がはるかに速いことは明らかであり、建物の耐火設計において、上階延焼は非常に危険な現象である。上階延焼には、下層階外壁開口部からの噴出火災によりスパンドレルを経由して間接的に延焼する場合と床スラブの貫通穴や隙間から直接延焼する場合の二通りがある。間接的な延焼としては、外壁開口部からの噴出火災による上階延焼により、ファーストインターステート銀行ビル火災(米国・ロサンゼルス)やジョエルマビル火災(ブラジル・サンパウロ)、ザ・ゴールドン・プラザ・タワー火災(台湾)等の火災事例がある。床の開口部からの直接延焼による上階延焼としては、ウィンザービル火災(スペイン・マドリッド)の火災事例がある。

また、上階延焼により、高層建物は複数階同時火災となる危険性があり、火災規模のさらなる拡大を招く。これにより、架構の耐力低

下や過大な変形を生じ、最終的に建物崩壊まで至るケースもある。複数階同時火災により建物崩壊に至った火災事例として、WTC1, 2, 7(米国・ニューヨーク州)がある。

上階延焼を防止するための仕様の対策として、スパンドレルの適切な高さの計画が重要であり、国交省の技術的助言が参考となる。また同時に、床に貫通穴や隙間を発生させない設計が必要であるが、外周部の層間ふさぎ等に関して具体的仕様規定が存在しないため、早急な検討が必要である。

最後に、複数階同時火災による建物崩壊を防止するためには、建物の火災時の挙動を推定・検討する等の適切な耐火設計を行うことが必要である。例えば、ある専門学校の校舎の耐火設計においては、一つの教室棟の上階延焼を許容する耐火検証を行い、火災時の架構の応力変形状態を推定し、建物崩壊を生じさせないことを確認した。特に、適切な区画設計を行い、建物のリダンダンシーを増やすことが重要であり、それこそが設計者の責務であろう。

発表内容

上階延焼は耐火設計において非常に危険な現象
(火災の伝播は水平より垂直の方がはるかに速い)

- ・ 下層階外壁開口部からの噴出火災により、スパンドレルを経由して間接的に延焼
- ・ 床スラブの穴や隙間から直接延焼

上階延焼により、建物は**複数階同時火災**となる。

複数階同時火災によって**火災規模が拡大**
架構の耐力低下、過大な変形により、**建物崩壊**

上階延焼を防止するための**仕様の対策**、

- ・ スパンドレルの適切な仕様、高さの増
- 国交省の**技術的助言**を参考
- ・ 火災時に床に穴や隙間を発生させない
- 外周部の**層間ふさぎ等の仕様を検討**する

複数階同時火災による建物崩壊を防止するための**耐火設計上の対策**

- ・ 建物の火災時の**挙動を推定・検討**する
- ・ 適切な**区画設計**を行い建物の**リダンダンシー**を増やす

(6) 欧米の防火区画における防火措置の法制度と認証システムについて

ヘルマット・ハゼルマイヤー

(ヒルティ・コーポレーション)

(代行 大和 征良 日本ヒルティ株式会社)



防火措置における欧米の主要な性能試験と認証システムとして、米国ASTM(米国材料試験協会)と欧州 EN(欧州規格)による試験規格がある。前者は UL(米国国際保険研究所) 認証登録システムであり、後者は ETA

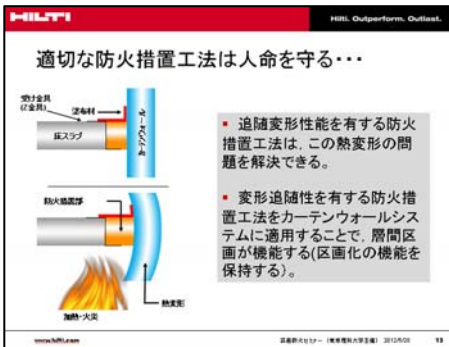
(欧州技術認証) 認証である。共に、第三者機関の審査や規制が根本にある。また、例えば、欧州では国別に BS(英国工業規格) 規格のような標準試験方法と評価方法を定めているなど、EN規格・UL 認証と共に国別・州別の評価方法が存在する場合もある。

防火措置工法の一般的な認証プロセスの欧米と日本との比較において、日本の大臣認定の性能評価には存在しないが、欧米では防耐火製品製造工程の品質管理チェックシステムが第三者認証機関・民間認証機関によって行われる過程が存在する。その品質管理検査と認証試験結果の双方の評価を通過した後、初めて製品マークが取得できる。大臣認定を取得した後、初めてビジネス展開が遂行できる点は、日本も欧米と同様であるが、防米においては、市場への導入後も1~2年に1回程度の割合で認証機関による製品工場の製品工程管理の品質チェックがある。

また、日本においては現状特に性能試験方法が存在しない部位であるが、上階延焼において非常に重要な外壁カーテンウォール・ペリメータージョイント部の性能評価試験方法が欧米には存在する。米国は ASTM E 2307 に基づく耐火性能検証試験で、2層中型スケールの試験体による建物外の窓からの延焼と室内の区画からの延焼を再現でき、システム全体として耐火検証する試験方法である。一方で、欧州のカーテンウォール・ペリメータージョイント部の性能試験は、EN 1364-3 に基づく実物大の試験体による検証方法であるが、EN 1364-4 の規格に基づいて一部分の部分的な試験体による性能評価も認めている。両者ともシステム全体として耐火検証する点は同様であり、サイクル試験を行った後に耐火試験を行うという評価方法も同様である。

最後に、外壁カーテンウォール・ペリメータージョイント部の耐火検証において、グローバル的に見ても、大半のコード(基準)において層間ふさぎ部の明確な仕様規定・性能規定が存在しない現状がある。よって、火災時の熱変形や地震時の変形により、層間ふさぎ部に隙間が生じる可能性も考えられ、その隙間が火災や煙の通り道となって容易に上階延焼することが懸念される。従って、欧米のペリメータージョイント部の伸縮試験(サイクル試験)後の耐火検証を行う性能評価のように、変形追随性を有する防火措置工法をカーテンウォール・ペリメータージョイント部

に適用することで、層間区画を適切に機能させることが重要であると言える。



(7) パネルディスカッション

司会: 棚池 裕

(東京理科大学総合研究機構火災科学研究中心)



(聴衆者)

90cmというスパンドレルの規定があるが、大宮先生の実験の結果を見ると開口直上90cmにおける計測温度500℃であり、実質3m程度のスパンドレル高さが必要とも言える。実際は3mとなると階高に相当する高さで、階ごとに開口部やスパンドレル部の位置をずらすなど考える必要があるということになるが、どのような開口部やスパンドレルの計画が推奨されるのか。



(大宮先生)

性能規定化による建築基準法の改正の際、

90cmのスパンドレル高さについて議論があり、検討したところ、可燃物のばらつきを考慮すると、池田先生発表の昭和39年AIJ学会指針の1.0~2.0m程度とほぼ同様の結果となり、そのあたりに落ち着くと思われる。しかし、実際90cmのスパンドレル高さで社会問題化しているか考えると、そこまでの問題意識や認識がないこともあり、何らかの異なった視点も考慮する必要があると言える。



(聴衆者(国総研吉岡様))

上階延焼という、直上階への延焼のことを考えるが、欧米では上階延焼において2層上への上階延焼の検討もある。視点としては、消防隊が到着するまでに2層上の階への上階延焼を防止するという考え方であり、我が国も、今後、直上階のみならず2層上への階への上階延焼についても、スプリンクラー設備や消防活動との兼ね合いも含め検討していきたい。



(聴衆者)

住宅では、炎による上階延焼よりも、軸組のところから有毒ガスや煙が進入して上階に流動し、被害が出ることが多いと思われる。この点の危険性においてはどのように考えればよいか。住宅系は、寝室だけは完全に不燃化し密閉する区画が必要なのか。

(菅原先生)

戸建て住宅は空間の利用面積がビルと比べて小さいので、有毒ガスや煙の拡散を考えた場合、住宅の方が厳しい条件になることは言える。蔵王温泉の火災事例では、比較的元気な若い人が寝ている状態で亡くなっている被害があり、炎の延焼と煙・有毒ガスによる被害は細密に検討する必要がある。現時点で、煙や有毒ガスをどのように評価すべきか未だ検討段階である。住宅では、可燃物が大きく燃える前のボヤ段階でも死者が生じることがあり、燃焼の初期段階と火炎が出るまでの過程や現

象を解明する必要がある。また、逃げ遅れの避難の問題もあり、いつ火災に気が付いて避難できるかどうか、有毒ガスや煙の拡大も含め総合的に考えることが重要である。実際、火災による死者の90%は住宅で起きており、次にカーテンウォール等外壁の上階延焼の問題がある。消防の感知器の兼ね合いも含め検討する必要がある。



(聴衆者)

池田先生が発表された上階延焼防止と耐火設計に関連して、日本ではあまり法規制がない中で、どのように計画していくか今後の課題であるが、東京モード学園の耐火設計は、設計の検討の初期段階からそのような話があったのか、設計段階・施工段階でその話が出てきたのか教えて欲しい。



(池田先生)

耐火設計の目的はいろいろあるが、当時ゼネコンに所属していたので、コストダウンの目的の一環でどのように火災安全性を担保するかを考えることになった。例えば上階延焼を防止するのにスパンドレルは90cmでは防げない、であれば3mで十分かどうか？もしくは、スパンドレル自体いらぬのではないのか？そういう議論ではなく、スパンドレルは適切に設置しなければならぬが、スプリンクラー設備も含め、この建物は上階延焼を抑えられないので、上階延焼を許容した上で、最終的に建物が崩壊することを防止する耐火設計とした。



(聴衆者)

建築基準法では1時間の遮炎性能のみが規制されているにもかかわらず、消防法では遮炎性能に加え遮熱性、遮煙性も要求性能として求められている。ということは、建物として考えたときには、遮炎性能のみでよいのか、どのように考えればよいのか教えて欲しい。また、建物において、遮炎性能以外の性能について担保したい場合、どのような国交省大臣認定の性能評価を取得すればよいのか。

(西田さん)

建築基準法の最低基準に定められたものについての性能評価を行うことになっているので、基準法に定められていないものについては、民間の方で検証してもらうしかない。

建築基準法の建物の考え方は、防火区画内で火災を起こさないような対策を考え、初期消火により最小限の火災で鎮火することを目指し、消防隊が到着するまで防火区画内で火災を封じ込めることである。



(成瀬さん)

建築基準法の遮炎性能である炎を出さなければ基本的には延焼の危険性はない。しかし、他の可燃物に引火する可能性があるかどうか、区画貫通部分の遮熱性や建物の維持管理を含めた可燃物の存在等について考慮する必要がある。すなわち、区画貫通部分が本来持っている性能を把握した上で、建物の維持管理を含め検討する必要がある。遮熱性や遮煙性など、対象としては同じものであるが、異なった立場と目的の基に規制や要求性能を定めており、整合性が取れていないという見方もあるが、性能としては遮炎性能よりも遮熱性の方が厳しい条件であり、設計において遮熱性まで要求されていれば、建物としてその性能まで担保しなければならない。

(大宮先生)

池田先生が行った東京モード学園の耐火設計においては、構造耐火性能上建物が壊れないことを想定して設計していたが、耐火検証を行い20層以上上階延焼した場合に、周辺の建物に対する影響はどうか。先日の木造学校校舎の実大火災実験においても、30m～40m離れたところまで近付くことができなかった事例もあるし、ブラジルの火災では、道路

を挟んで50m離れた建物が射熱によって燃え出した事例もある。場合によっては消防隊も近付けないかもしれない。火災被害建物の周辺の建物に延焼拡大する可能性についても検討する必要があると思われる。最後に、私は90cmのスパンドレル高さについては、良いとも悪いとも申し上げていない点を付言しておきたい。

(聴衆者(消防関係者))

消防戦術上の話としては、事前にその建物についての防火上の詳細情報について消防側に伝わっている場合においては、その情報を基に、ここまでのことはできる、できない、という判断や活動の制限が出てくるかもしれない。また、先日の木造小学校の実大火災実験のような状況の場合、水を充満させたホースについては大丈夫かもしれないが、水を充満させていないホースについてはホース自体が燃えてしまう可能性も考えられる。



(成瀬さん)

先日の木造学校建築物の実大火災実験においては、基本的に周辺に対してどのような影響があるのかという観点からの検証も目的の一つであった。確かに、5分～10分経過後に上階延焼した際、火災温度として1000℃～1200℃程度であったが、それ以後は軸組み部分が燃え広がっただけで、ISOの火災曲線より極端に高いという結果はなかった。では、何故、それほどまでに放射熱が大きかったのか？講演の際お話した、外壁や防火区画壁と防火設備の耐火時間が異なることにより、開口部の遮炎性能はそれを構成している壁そのものが耐火性能を有していることが前提であり、開口部や区画部材の面積が大きければ大きいほど、周囲に対する外壁の放射熱の影響も大きくなると言える。従って、地域性や消防能力等も含め、木造学校建築物としてどのような建物が実現できるのか、検討していきたい。



※セミナー開催後、森戸記念館第3会議室にて懇親会が開催されました。

(司会: 池田先生)



(乾杯: 菅原先生)



(歓談風景)



(中締め)

